

〔研究ノート〕

チャールズ・バベッジの原価管理思想（Ⅵ）

—著書・第1部「生産技術からみた経営管理の研究」（4）について—

佐藤 正 雄

目 次

1. 問題提起
2. チャールズ・バベッジの生涯
[以上, 第39巻第3号へ掲載]
3. 著書『機械および諸工場の経済について』
[以上, 第39巻第4号へ掲載]
4. 著書の第1部「生産技術からみた経営管理の研究」（1）について
 - (1) 機械および諸工場の生産技術の効果
 - (2) 第1章「機械および諸工場から得られる利益とその源泉」
[以上, 第45巻第2号へ掲載]
5. 著書の第1部「生産技術からみた経営管理の研究」（2）について
 - (3) 第2章「動力の蓄積」
 - (4) 第3章「動力の調整」
 - (5) 第4章「速度の増加と減少」
[以上, 第45巻第3号へ掲載]
6. 著書の第1部「生産技術からみた経営管理の研究」（3）について
 - (6) 第5章「動力の作業時間を拡張すること」
 - (7) 第6章「自然的な作用における時間を短縮すること」
 - (8) 第7章「人間の力よりも過大な力を行わせることおよび人間の感覚よりも繊細な作業を実施すること」
[以上, 第45巻第4号へ掲載]
 - (9) 第8章「作業を記録すること」
 - 第65項 反復運動の測定と万歩計の有利さ
 - 第66項 キャラコの長さを測定する機械の開発
 - 第67項 反復的な夜警の仕事とそのための装置
 - 第68項 アルコールの管理のために役立つコック
 - 第69項 樽の中身を測定する装置
 - 第70項 ガスメーターを利用する効果
 - 第71項 水の消費量を測定するメーターの効果
 - 第72項 ボイラー内を通過する水量を測定するメーター
 - 第73項 気圧計による平均値を求めるための測定具
 - 第74項 観察を便利に行うための時計の仕組み
 - 第75項 観測者の注意を喚起する時計の目覚まし装置

- 第76項 地震の震動を測定する用具
- (10) 第9章「材料の経済性」
- 第77項 木材の無駄を減少させる鋸の効果
- 第78項 印刷機の改良によるインクの消費量の減少
- (11) 第10章「同種作業における同一性と異種作業における正確性」
- 第79項 同一の製品を造るための工具
- 第80項 困難な作業を解決する機械や工具の効果
- 第81項 球状への加工ができる旋盤の卓越性
- [以上、本号へ掲載]

5. 著書の第1部「生産技術からみた経営管理の研究」(4)について

(9) 第8章「作業を記録すること」

機械がもたらす大きな有利性の一つは、機械が人間の代わりに人間が引き起こす不注意、怠惰および不正直さを取り除くことである。そこで、反復作業を測定する機械や工具などの事例を通して、このことについて示す。第8章は、著書では第65項から第76項までであり、次のように構成されている。

第65項 反復運動の測定と万歩計の有利さ

反復作業を測定する万歩計の有利さについて考える。

第66項 キャラコの長さを測定する機械の開発

キャラコや毛織物の作業で製品を正確に測定するための有利性を時間と費用の側面から示す。

第67項 反復的な夜警の仕事とそのための装置

夜警のために有効なテル・テイルという用具の役割について示す。

第68項 アルコールの管理のために役立つコック

アルコールの払出量を管理するためのコックについて示す。

第69項 樽の中身を測定する装置

満タンでない樽の中身を測定する装置について詳細に示す。

第70項 ガスメーターを利用する効果

ガスの消費量を正確に測定するガスメーターの有利性を示す。

第71項 水の消費量を測定するメーターの効果

ロンドンでの水の消費量を測定するメーターの効果について示す。

第72項 ボイラー内を通過する水量を測定するメーター

蒸気機関のボイラー内を通過する水量を測定するメーターについて示す。

第73項 気圧計による平均値を求めるための測定具

気圧計による平均値を正確に求めるための測定具の仕組みについて示す。

第74項 観察を便利に行うための時計の仕組み

時間を測定する時計の仕組みを観察に利用する場合について示す。

第75項 観測者の注意を喚起する時計の目覚まし装置

時計とそれに接続した目覚まし装置について、その有利性を示す。

第76項 地震の震動を測定する用具

地震の震動を測定する用具について示す。

以上の詳細については、次のとおりである。

第65項 反復運動の測定と万歩計の有利さ

機械から得られる大きな有利性の一つは、機械が人間の代わりに人間が引き起こす不注意、怠惰および不正直さを取り除くことである。同じ結果であるものを、反復して数を数えることは退屈な作業である。

私たちは、自分の歩幅と歩数を利用して歩いた距離をかなり正確に測定することができる。しかし、このような歩行距離を測定するには、万歩計という用具を携帯すれば、さらに正確に距離を測定できる。なぜならば、万歩計は、歩いた歩数を正確に数えることができるからである。この種の用具は、時には馬車の車輪の回転数を数えるためや、また馬車で旅した距離を測定するために利用されている。

構造上は異なるが、数を数えるという目的では同じものがある。その種の用具は、蒸気機関の反復作業やプレス機で鋳造される硬貨の枚数を測定するために利用されている。最近では、さらに反復作業の結果を測定する単純な用具が開発されている。⁽¹⁾

第66項 キャラコの長さを測定する機械の開発

記録するための用具は、カレンダーを作成したり、浮き出し飾りを造る仕事場においても利用されている。

大量のキャラコとか毛織物を造る作業は、一週間近くに及ぶ。そして、これらの作業のために支払われる費用は、僅かなものである。しかし、これらの作業を測定するには多くの時間が費やされ、そのため支払われる費用は多くて、利益の多くを失うことになっていた。そこで、製品が職工の手の間を素早く通り抜ける瞬間に、その長さを測定し、記録できる機械が開発された。これにより、製品の長さを測定する上での間違いが無くなった。⁽²⁾

第67項 反復的な夜警の仕事とそのための装置

上記の機械の仕組みを応用した便利な発明品がある。それは夜警が家々を警備するのに利用する装置である。これらの装置は、夜警が近くに配置されていないアパートなどに設置されていた。この装置は、テル・テイルと呼ばれ、時計の役割を持っていた。夜警は、1時間に1度、テル・テイルについている紐を引いて、人々に何らかの危険について、また一晩中、何時であるのかをテル・テイルの持ち主に知らせるものであった。⁽³⁾

第68項 アルコールの管理のために役立つコック

アルコールや酒類の管理は、とても大切な問題である。これらの検査や監督をする人々

(1) Charles Babbage, On the Economy of Machinery and Manufactures, CHARLES KNIGHT, PALL MALL EAST, LONDON, 1835, p.54.

(2) ibid., pp.54-55.

(3) ibid., p.55.

がない間に、アルコールや酒類が盗み出されないようにする必要がある。これはそれらの所有者にとっては財産の保護のために、また国家にとっては消費税の点からも重要な問題であった。

そこで、これらが盗み出されないようにするためのコックが造られた。このコックは、開くことにより、一定量の液体だけを流出する仕組みのものであった。このコックの開閉は所有者の許可のもとでなされ、これにより液体の管理ができるようになっていた。⁽⁴⁾

第69項 樽の中身を測定する装置

満タンでない樽の中身を測定するのには時間と労力を必要とした。そこで、これらを改善するための方法が考えられた。それはかなり簡単な用具を利用することにより、相当の不便さを克服するものであった。温度計に表示された目盛りを読むことにより、その温度を知るのと同じやり方で、樽の中身の量を読み取ることができた。

小さなコックが樽の底に付けられていて、それは目盛りのついたガラス管が付いていた。そして、このコックは、三つの状態に変化させる役割を持っていた。一つは、樽にあるすべての経路を遮断する役割である。二つ目は、その逆に樽とガラス管との間の経路を開放する役割である。その三は、樽とガラス管との経路を遮断し、一方ではガラス管とその中身を受け入れるコックの下に配置された容器との間の経路を開放する役割である。

樽に大量の液体を連続的に注げば、樽とガラス管との間の経路は開放されて、ガラス管の目盛りに表示されるので、容易にその量を測定することができた。さらに、液体が注がれば、樽内の表面が上昇し、ガラス管の目盛りも上昇した。目盛りを読むことにより、樽の中身を知ることができた。この発明具は、ヘネキー氏（Mr. Heneky）によって開発されたものであり、彼の仕事場では常時、使用されていた。この発明具のおかげにより、これまでの退屈な測定の作業がまったく不要になった。さらに、この簡単な用具は、別の作業にも役立つことになった。それはこの用具を利用すると、異なる種類のアルコールの混合物を造る場合、これらのアルコールの在庫を調べる場合、蒸留器からアルコールを抽出する場合などに費やされる時間を減少させることにもなった。⁽⁵⁾

第70項 ガスメーターを利用する効果

ガスメーターもこれと同じ仕組みの装置である。ガスメーターは、各消費者が使用したガスの消費量を測定するためのものである。これはガスの消費量を立法フィートで記録するものである。これらの測定具は、手頃の価格で購入できるので、消費者はこれを使用した方がよい。なぜならば、このガスメーターを使用して、自分が消費したガスの量を知り、この分の支払いだけをガス供給業者にすればよい。また、このことはガスを無駄に消費することを防ぐことにもなる。この結果、ガスの供給業者は、消費者に対しては以前より安い価格でガスを供給し、しかも利益は以前と同じ額を得ることができた。⁽⁶⁾

(4) *ibid.*, p.55.

(5) *ibid.*, pp.55-56.

(6) *ibid.*, pp.56-57.

第71項 水の消費量を測定するメーターの効果

ロンドンでの水道会社による水の販売は、メーターを利用すれば、合理的に管理できると思われる。メーターによって、水の消費量を正確に測定できれば、現在、無駄に消費されている多くの水を節約することができる。同じ水道会社でありながら、各家庭で負担する水道料金が異なる、という不平等さは避けられことになる。⁽⁷⁾

第72項 ボイラー内を通過する水量を測定するメーター

この種のメーターは、蒸気機関のボイラー内を通過する多量の水を測定し、記録するためにも利用されている。これはとても重要な役割を担っている。もし、この種のメーターが無かったとしたら、異なる構造のボイラー内を通過する水量を測定することはできなかったであろう。⁽⁸⁾

第73項 気圧計による平均値を求めるための測定具

作業を記録するためには、機械が利用され、効果を上げている。ある場合には、人間の代わりに平均値を測定することができる。例えば、気圧計による平均値は、一日中、ある一定の時間的な間隔で、数多くの値を記録することにより測定されている。したがって、この間隔が短くなればなるほど、気圧計の平均値はより正確に測定できることになる。

しかし、真実の平均値とは、発生した各々の事実に応じて、時々刻々、変化するものである。そこで、時計がこのために利用されている。時計の動きに連動して、一枚の紙がゆっくりと規則的に動かされ、気圧計の水銀柱の上端に固定された鉛筆の前に配置された。

数年前、ディビッド・ブルースター卿 (Sir David Brewster) は、気圧計をつるし、気圧計を振り子として振ることを提案した。これにより、観測者が居なくとも、ある一定の間隔で気圧計の平均値を測定することができた。7、8年前、私は、ディビッド・ブルースター卿の提案を知らずに、一般的な8日間用の時計の作動を気圧計に応用していた。それを数か月の間、そのまま書斎に置いたままにしておいたので、記録はなされず、その観察結果も置き忘れてしまった。

降雨量を測定する用具は、ジョン・ティラー氏 (Mr. John Taylor) によって発明され、それについては『哲学雑誌』に公表されている。この測定具は、貯水槽に落下する雨を受け入れる容器が満タンになると、直ぐに傾き、代わりの同じ容器が出てくる仕組みになっていた。そして、この測定具は、このやり方で容器が満タンになると前の容器と入れ替わる仕組みになっていた。これらの容器が取り替えられた回数は、一連の車輪の付いた装置で記録された。この結果、1年間の降雨量は、観測者が居なくとも測定し、記録することができた。

また、馬、風、蒸気、動物、その他の自然の動力などのように、不規則でしかも変化する動力を測定するためにも、このような測定具を利用すべきであると考える。⁽⁹⁾

(7) ibid., pp.57.

(8) ibid., pp.57.

(9) ibid., pp.57-58.

第74項 観察を便利に行うための時計の仕組み

掛時計や懐中時計は、振り子によってなされる数多くの振動を記録するための装置として考えられている。これらの装置は、振り子の振動数を数えるものであり、専門的にはスキップメントと呼ばれている。しかし、これを詳細に示すことは簡単なことではない。このような振動数を数えるために、様々な装置が開発された。スキップメントは、機械科学が生み出した内で最も興味深く、精巧な代物である。これらが多くの所で活用されているの事実については、多くの読者が知るところである。この種の装置は作動の時間が延長され、1日から1週間、1か月、1年とその作動が延びた。

掛時計や懐中時計は、時間を記録するための用具として考案された。時計の持ち主は、時を知りたい時にその情報が得られた。最近、これらの時計にある装置が取り込まれ、応用されている。この装置の効果により、秒針がある一定の所で停止したり、または文字盤にインクの小さな点をとどめることができた。この結果、人間の眼が観察している現象に釘付けになっている間でも、秒針がその現象の初めと終りを文字盤の上に記録することができ、便利なものであった。⁽¹⁰⁾

第75項 観測者の注意を喚起する時計の目覚まし装置

予定した時刻に、観測者に注意を喚起するための用具が開発されている。掛時計や懐中時計に仕込まれている目覚まし装置は、この代表的な例である。子午線上に予定した星が到達した時に観測するには、また長時間、連続して異なる時刻に観測するためには、時計を利用することが望ましい。この種の時計は、グリニッジ天文台で使用されている。⁽¹¹⁾

第76項 地震の震動を測定する用具

地震はしばしば発生する自然現象であり、これは地質学上の理論の関連からだけでなく、恐ろしい災害の側面からもかなり関心が持たれているものである。そこで、できる限り、震動の強さとその方角を表示する装置を開発する必要がある。数年前、オウデッサで観測された一晩中続いた地震により、震動の方角を測定するための簡単な装置が開発されるきっかけとなった。

オウデッサにある家屋の一室にテーブルが置かれ、その上にいくらかの水が入ったガラス瓶がのせられた。そのガラス瓶の内側は、水滴で覆われていた。このような状態のもとで、相当な揺れの地震が早朝の3時から4時の間に発生した。観測者が地震の揺れで起きた時には、地震の揺れで水面に起きた波によって、水滴が瓶の内側の側面から落ちていることを発見した。この波の最も高い点を結ぶ線は、地震の震動が伝播した線であった。この事実は、オウデッサに住む技師によって偶然、発見された原理であった。

地震の被災を受ける国々においては、ガラス瓶の中に糖密あるいは油状の液体を入れてこれに利用するということが考えられた。これにより、大地からの何らかの横揺れがガラス瓶に伝達されると、そのガラス瓶に入っている液体の粘着力によって、相当の時間が経過した後でも、観測者は地震の震動の方角を測定することができた。

大地の縦の震動については、らせん状のバネに重りが取り付けられるか、あるいは水平

⁽¹⁰⁾ ibid., pp.58-59.

⁽¹¹⁾ ibid., pp.59-60.

な状態で振り子を取り付けられるかによって、その揺れを測定する仕組みが考えられていた。これにより、地震の縦の揺れの落差を計れた。しかし、これではあまり正確な測定はできなかった。なぜならば、地面の揺れによる隆起あるいは陥没による落差がこのガラス瓶にはすべて伝わらなかったからである。⁽¹²⁾

(10) 第9章「材料の経済性」

第9章は、機械や工具などを利用して消費する材料の歩留まりを向上させること、また有利な条件で作業を実施できるようにすることについて、工具の改良の点からその経済性について示している。第9章は、著書では第77項と第78項の2項だけの短い章であり、次のように構成されている。

第77項 木材の無駄を減少させる鋸の効果

高価な材料を消費するとき、機械を利用して作業を正確に実施すること、そして機械によって製品をまったく同じに造ることは、材料にとってかなりの経済性をもたらす。そこで、板材を造る場合の工具について、原材料の木材と製品との関係における経済性について示す。

第78項 印刷機の改良によるインクの消費量の減少

印刷作業においてインクの無駄を無くすために、その印刷機や用具を改良することの効果を示す。

以上の詳細については、次のとおりである。

第77項 木材の無駄を減少させる鋸の効果

高価な材料を消費するとき、機械を利用して作業を正確に実施すること、そして機械によって製品をまったく同じに造ることは、材料にとってかなりの経済性をもたらす。木の幹を板材に切断する場合、原始的な方法では、斧を利用するやり方である。斧によれば、まず、幹を三本ないし四本の片に割る。その後で、それらの片は斧で滑らかな表面に仕上げられた。このような方法によって造られる板材の完成量は、材料の投入量とは、同一ではなかった。仮に、薄い板材を造るとしたら、多量の材料を必要とした。

そこで、これを改善するための工具が考案された。これが鋸（のこぎり）であり、一本の木材を薄い板材に変えるのに、僅かな材料の無駄で済むようになった。例えば、約3センチの厚さの板材を造る場合であっても、鋸によれば元の木材の八分の一を越える無駄はしないで済んだ。板材の厚さがベニヤ板のように、さらに薄く切断する場合には、無駄になる材料の量も増えた。そこで、このような作業のためには、かなり薄い刃を持つ回転式の鋸が用いられた。ブルネル氏（Mr. Brunel）は、高価な木材を無駄なく使うために、鋸の刃の仕組みを改良した。これにより、木材を連続して削りながらベニヤ板に切断した。ブルネル氏は、このようにしてあらゆる板材を造るための工具を開発した。⁽¹³⁾

⁽¹²⁾ ibid., pp.60-61.

⁽¹³⁾ ibid., pp.62-63.

第78項 印刷機の改良によるインクの消費量の減少

最近の二十年間で、印刷機は、急速な進歩を遂げた。これにより、消費されるはずの材料がかなり節約されることになった。このことは、数字で示され、十分に認識されている。

例えば、活字との関連で興味深い事例がある。旧式の活字でインクを付ける方法では、皮の中に皮を詰め込んだ半球状のボールによって、活字にインクが付けられていた。印刷工は、インク盤から僅かなインクを皮のボールに付け、そのボールの表面にインクが薄くのびて一様になるように、ボールを様々な方向に何度も転がした。次に、印刷工は、インクを活字に移すために、このボールを活字の上で回転させた。印刷工がかなり熟練していても、皮のボールの端に多量のインクが付いてしまった。これらのインクは活字に移されることなく、役に立たずに硬くなって、黒くて厚い外皮となって落ちてしまうことになった。

また、別の無駄もあった。それは皮のボールを回転させることによって、インク盤上に無駄なインクが散らばらせられることであった。このボールの回転する回数や方向は、印刷工のやり方次第であり、一定の動きではなかった。したがって、印刷のために、適切な量のインクを一様に活字に塗ることはできなかった。そこで、ニカワと糖密の混合物で回転式のローラーが造られ、インク付けの皮のボールに取って変わった。このローラーには弾力があった。このローラーのおかげで、インクの消費量をかなり節約することができた。

さらにもっと多くの経済性は、印刷機を利用することによって得られた。蒸気の動力によって稼働される印刷機が登場すると、この種のローラーの運動が印刷機にも応用できるということが分かった。これにより、印刷機にインクの貯蔵器が付けられ、ここからローラーによってそれぞれの印刷に必要なインクが必要なだけ規則的に取り出された。各種の印刷機には、3つから5つのローラーが付けられ、かなり精巧な仕組みによって、インクを一様に拡散することができた。また、移動式のローラーによれば、ローラー自体がインクを供給できるものであり、紙への印刷の前に活字の上を移動する仕組みのものであった。

このローラーによって、活字の上に適切な量のインクを付けることができていることを調べる必要がある。そのためには、先ず、インクの量が少な過ぎてはいけない、ということ明らかにしなければならない。この点は、一般の読者や書籍商からの苦情で判断できた。その逆に、インクの量が多くなり過ぎてはいけない、ということも示さなければならない。これは実験から分かった。1枚の用紙の片面に印刷をし、それを2、3時間後に、今度は裏面に印刷ができるほどに乾燥しているかを調べる実験である。

このような印刷には、かなりの圧力がかけられるので、先ず初めに印刷される表面に厚い板の枠が取り付けられた。これはセット・オブ・シートと呼ばれる1枚の用紙であり、これによって印刷される用紙を汚れないようにするものであった。このセット・オブ・シートには次から次へと印刷される用紙が取り込まれた。そのため、このセット・オブ・シートの乾燥状態あるいは付着したインクの量を調べることによって、インクの量が多いか少ないかが判断できた。

旧式の作業工程では、およそ1,000枚の印刷がなされた後に、このセット・オブ・シートを交換する必要があった。なぜなら、このセット・オブ・シートが汚れ過ぎて、続けて使えなくなってしまうからである。新しい印刷機による方式では、このセット・オブ・シートは使われていない。このシートの代わりにブランケットが使われていた。このブランケットは、1度におよそ5,000部の印刷がなされても、それを代える必要はなかった。2,000部

の印刷程度では、このブランケットは元の状態に近く、汚れのないきれいなままの状態であった。その結果、このような印刷機による印刷においては、用紙に付けられるインクには無駄がなく、適切な量のインクで足りることとなった。仮に、印刷部数がおおよそ5,000部に増えても、汚れのないきれいなブランケットを1枚だけ無駄にすることだけで足りた。以前のこのような旧式の印刷においては、印刷部数が20部で1枚のセット・オブ・シートを交換する必要があった。また、ブランケットを用いた印刷の場合では、おおよそ2,000部の印刷で1枚のブランケットが交換されていた。

次に示す事例は、印刷作業の成果についての実験である。これはロンドンにある大きな印刷工場の一つである、スタンフォード・ストリートにあるクラウズ氏 (Mr. Clowes) の工場で行われた実験である。その印刷工場では、ボールにインクを付けて印刷するという旧式の方法で行われており、これで本を造るために100,000部の印刷がなされた。また、印刷機自体が活字にインクを付けるという印刷方法により、これも同様に、100,000部の印刷がなされた。この結果、印刷機による印刷の方法は、ボールによる印刷の方法よりも、インクの消費量がその9分の4で済み、半分以下の消費で済む、ということが明らかになった。⁽¹⁴⁾

(11) 第10章「同種作業における同一性と異種作業における正確性」

第10章は、作業における同一性と正確性の問題を取り上げ、印刷作業、旋盤作業などにおいて、この点を明らかにするものである。第10章は、著書では第79項から第81項までであり、次のように構成されている。

第79項 同一の製品を造るための工具

同じ工具で製品を造る場合、その製品の同一性の問題について示す。そして、これについて印刷業、旋盤作業などの事例について説明する。

第80項 困難な作業を解決する機械や工具の効果

機械を利用して作業を正確に実施することができるということは、機械の重要な有利性の一つである。そして、これはもう一方では作業時間を短縮するという重要な問題を含んでいる。

第81項 球状への加工ができる旋盤の卓越性

機械を用いるすべての作業で、最も完全であると思われる旋盤作業について説明する。以上の詳細については、次のとおりである。

第79項 同一の製品を造るための工具

同一の工具によって造られる製品がまったく同一であるということは、大いに注目すべきことである。これは期待し得ない事実ではない。仮に、円筒状の箱を造る場合、上部の蓋が下部の箱にピッタリと合うように造らなければならないとしたら、それは滑走台の上にある工具を徐々に進めて加工する旋盤によってなされた。これには、蓋と箱との間には、適度の頑丈さを保つことが必要であった。この調整がなされていれば、10,000個の箱が造られたとしても、何ら問題はなかった。これにより、この工具は製品の製造が休止される

⁽¹⁴⁾ *ibid.*, pp.63-65.

まで作用し、それぞれの箱の蓋はピッタリと本体に合うものとなった。

このような製品の同一性の問題は、すべての印刷技術についてもいえることである。木版や銅版から印刷する方法は、手作業による印刷では造ることのできない同一性を可能にした。木版や銅版からの印刷によれば、精密な図形がすべての印刷物になされるので、作業者の不注意や未熟練さによるような失敗はなかった。

また、猟銃の部品である火薬押さえを造る場合に、鋼製の押し抜き工具が使用される。この工具は、一度、その役割を正確に成し遂げられると、その後は常に同一である正確な円柱状の火薬押さえを造ることができた。⁽¹⁵⁾

第80項 困難な作業を解決する機械や工具の効果

機械は、正確な作業を行うことができる。これは機械の重要な有利性の一つである。また、この有利性については、機械が時間を節約することができる、ということにも関連している。例えば、ある工具に何らかの改良を加えれば、一定の時間内になされる作業量を増加することができる。

そして、ある工具がないとしたら、人間の手の力だけでは造ることのできない今ある多くの物が存在しないであろう。人間がかなり簡単な工具でさえも利用すれば、人間の力は大きいものとなる。これにより、多くの物を容易に造ることができるようになった。また、さらに新しい物を造る場合でも、大きな力を用いることによって、これができるようになった。

例えば、ナイフや斧といった工具に鋸が加わると、さらに多くの作業ができる。例えば、できないと思われる作業でも、これに対して新しい方法が考えられ、できる作業へと変えることができた。これらのことは機械や工具についても同じことがいえた。

この例として、ヤスリを用いて1本の鋼鉄からシリンダーを造る作業に関わる相当な熟練を要する作業者の例がある。この製造作業には、多くの時間が必要であり、また一般的に多くの失敗が発生した。実務上、これまでの方法では、鋼製のシリンダーを製造することはできないとされていた。しかし、旋盤や滑走台の助けを借りれば、200から300人の作業者を雇用して得られる成果と同じ成果が得られた。⁽¹⁶⁾

第81項 球状への加工ができる旋盤の卓越性

すべての機械による作業の中で、旋盤による作業は最も完全なものである。最初の時点で、どのような形態の材料であっても、旋盤によって材料の両面が削られ、一方の側面が凸状になり、もう一方が凹状の球状に仕上げられた。旋盤では、直線への加工よりも球状への加工の方が容易であった。

放物線の形態に物を加工することは、最も難しい作業である。仮に、先端が円筒状でない軸を円形状でない穴に押し込み、それを連続して回転し続ければ、その先端は円形状に変化する。例えば、三角形に尖った先端を持つ鉄を円形の穴に入れて回転させれば、その鉄の先端は損耗して徐々に円形状に変化していった。これが旋盤作業の原理であり、旋盤の卓越している点である。⁽¹⁷⁾

⁽¹⁵⁾ ibid., p.66.

⁽¹⁶⁾ ibid., pp.66-67.

⁽¹⁷⁾ ibid., pp.67-68.

〔抄 録〕

チャールズ・バベッジの著書『機械および諸工場の経済について』は、その第1部では、生産技術からみた経営管理の研究について示したものである。数学者であるバベッジは、計算機の研究開発に専念していた。しかし、自分が必要とする計算機を造るためには、仕事場の仕組みや職人の技術など、いわゆる工場の経営管理を知っていなければならない、という課題が出てきた。そのため、各種の生産技術について見聞したことを記述したのが本書の内容であったと思われる。

本稿で取上げた第8章は、「作業を記録すること」を内容とするものである。反復作業を記録することは大変退屈な仕事である。これを人間の仕事として行うのでは無く、機械や工具の力に依存するということを考える。例えば、万歩計や万歩計の仕組みを応用した用具、キャラコの長さを測定する装置、夜警の巡回に利用されるテル・テイル、アルコールの盗難防止に役立つコック、満タンでない樽の中身を測定する装置、ガスの消費量を測定するメーター、水の消費量を測定するメーター、ボイラー内を通過する水量を測定するメーター、気圧計による平均値を求める測定具、観察を便利に行うための時計とそれに仕組まれた目覚まし装置、地震の震動を測定する用具などがある。これらの機械や用具を利用することにより、人間が引き起こす不注意、怠惰および不正直さを取り除くことができる、と彼は考える。

第9章は、「材料の経済性」に関する内容である。これは材料歩留まりについての問題であり、機械や工具を利用して歩留まりを向上させるやり方について考察したものである。例えば、木材から板材を造り出すために斧を用いると、木材に多くの無駄を発生させてしまうことになる。しかし、斧の代わりに鋸を利用すれば、この無駄を減少させることができる。さらに、鋸には多くの改良がなされ、この種の作業に活用されている。効果的な工具の代替や工具の改善は、歩留まりの向上を促進するものである。また、印刷機の改良によりインクの消費量が減少できることも、同様に、材料の経済性を高める方法である。

第10章は、「同種作業における同一性と異種作業における正確性」を内容とするものである。同一の工具によって造られる製品がまったく同一であるとうことは、製品を製造する場合には重要な問題である。当時としては、製品をまったく同じように造ることが難しい状態であったことからすれば、物を造る人々にとっては、理想に等しい内容のものであった。特に、印刷技術において、木版や銅版からの印刷によって、印刷物が同じ状態で印刷できるということは画期的なことであった。